

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПОДХОДА К ДИСТАНЦИОННОЙ НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ

Свалов Д. А., Смирнов А. Л.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия
svalovdmittii@mail.ru, smirnoff.dn@yandex.ru

Аннотация. Данная статья описывает новый подход к дистанционной нейрореабилитации с использованием аппарата СИМПАТОКОР-01. В данном подходе реализована система дистанционной нейрореабилитации, позволяющая проходить лечение частично в домашних условиях при дистанционном контроле врача. Архитектура системы включает в себя четыре компонента: аппарат СИМПАТОКОР-01, мобильное приложение врача, мобильное приложение пациента и серверное приложение.

Ключевые слова: приложение врача, приложение пациента, серверное приложение, дистанционная нейрореабилитация, СИМПАТОКОР-01, Bluetooth Low Energy.

SYSTEM ARCHITECTURE DEVELOPMENT FOR PURPOSES OF THE REMOTE NEUROREHABILITATION IMPLEMENTATION APPROACH

Svalov D. A., Smirnov A. L.

Ural federal university Ekaterinburg, Russia
svalovdmittii@mail.ru, smirnoff.dn@yandex.ru

Abstract. This paper describes a new approach to remote neurorehabilitation using the SYMPATHOCOR-01 device. In this approach, a system of remote neurorehabilitation is implemented. The system allows to undergo partially home-based treatment with remote monitoring by a physician. The system architecture includes four components: the SYMPATHOCOR-01 device, the physician mobile application, the patient mobile application, and the server application.

Key words: physician application, patient application, cserver application, remote neurorehabilitation, SYMPATHOCOR-01, Bluetooth Low Energy.

ВВЕДЕНИЕ

В мире сотни миллионов людей страдают неврологическими нарушениями [1]. Ежегодно происходит 7,7 миллиона новых случаев неврологических нарушений. В период с 1990 по 2015 год число смертей от неврологических расстройств увеличилось на 36,7%. Наиболее распространенными неврологическими расстройствами являются: головная боль, болезнь Альцгеймера и другие виды деменций [2]. По данным ВОЗ в 2016 году смертность из-за деменций вошла в 10 ведущих причин смерти в мире, заняв 5 место, что говорит о важности неврологических расстройств [3].

Реабилитация расстройств нервной системы поможет снизить процент людей, теряющих трудоспособность по данной группе болезней. Существуют различные способы реабилитации расстройств нервной системы, например, медикаментозное лечение и технология нейромодуляции при помощи электрического тока [4]. Технология нейромодуляции получила широкое распространение, поскольку реабилитация расстройств нервной системы с использованием медикаментов может вызывать побочные эффекты и, как правило, является малоэффективной [5].

Одним из устройств, осуществляющих реабилитацию с применением технологии нейромодуляции является аппарат СИМПАТОКОР-01 [6].

Текущая реализация подхода управления нейроэлектростимулятором, представлена на рисунке 1 и состоит из двух блоков.

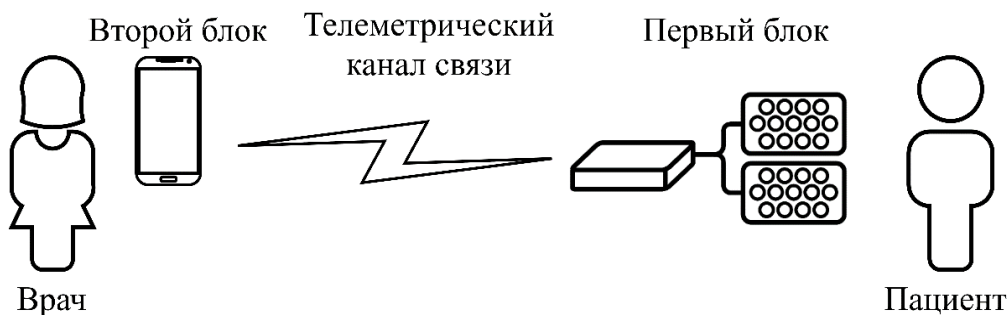


Рисунок 1 – Схема нейроэлектростимулятора

Первый блок производит формирование парциальных импульсов тока. Второй блок представляет собой мобильное приложение, разработанное на базе Android SDK. Данное приложение задает параметры поля первого блока [7]. Блоки передают данные по телеметрическому каналу связи, для этого в первом блоке установлен приёмопередатчик Bluetooth Low Energy (BLE).

Существующий подход лечения с помощью аппарата СИМПАТОКОР-01 требует активного вовлечения врача в лечебный процесс. Так как для лечения при помощи нейроэлектростимуляции необходимо проведения большого

количества процедур (обычно от 10 до 15), то необходимы большие затраты времени со стороны врача. Поэтому удобнее проходить лечение частично в домашних условиях при дистанционном контроле врача.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На основе произведенного анализа возможных средств разработки серверных приложений было решено использовать фреймворк ExpressJS благодаря его популярности и обширной документации, СУБД PostgreSQL, поскольку она распространяется по свободной лицензии и систему ORM Sequelize поскольку она имеет поддержку транзакций.

Также, после изучения альтернатив в средствах разработки мобильных приложений было решено использовать фреймворк Ionic Framework [8], поскольку он реализует компонентный подход к разработке, содержит встроенные средства развертывания приложений на мобильных устройствах [9] и имеет библиотеку UI-компонентов, что упрощает создание представления приложения. Также фреймворк имеет плагин для доступа к BLE смартфона.

При разработке приложений был использован язык программирования TypeScript.

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОЙ НЕРОРЕАБИЛИТАЦИИ

В настоящей работе приведено описание архитектуры системы, которая позволит пациенту проходить лечение частично в домашних условиях, а врачу назначать лечение и контролировать его процесс дистанционно.

Архитектура такой системы включает в себя четыре компонента: аппарат СИМПАТОКОР-01, мобильные приложения врача и пациента, серверный компонент. Последний, в свою очередь состоит из серверного приложения и БД. Схема архитектуры такой системы представлена на рисунке 2.

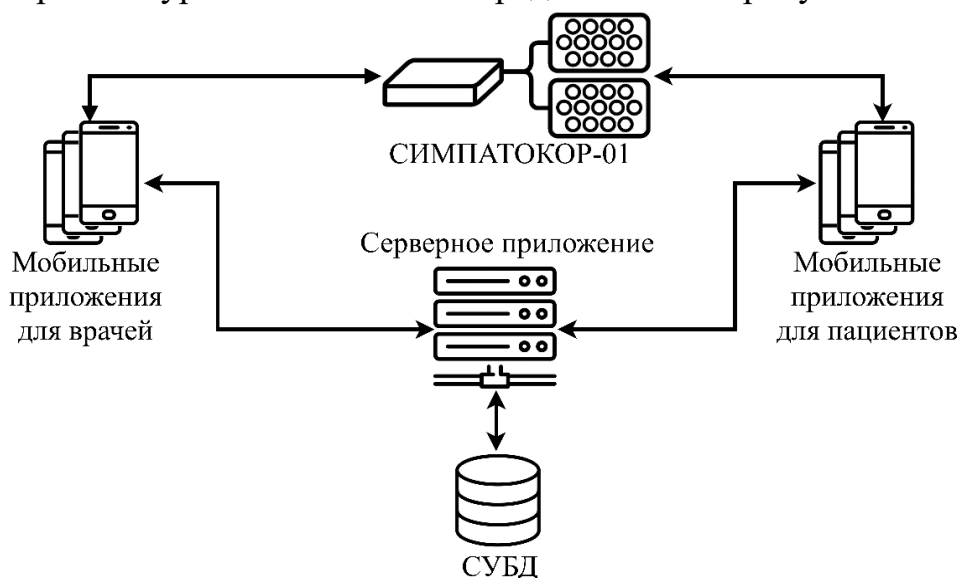


Рисунок 2 – Архитектура системы

Каждый компонент спроектированной системы тесно связан друг с другом. Мобильные приложения врача и пациента взаимодействуют с аппаратом СИМПАТОКОР-01. Взаимодействие двух приложений осуществляется через серверное приложение. Серверное приложение взаимодействует с БД, где хранятся данные врачей и пациентов.

Серверный компонент

Серверный компонент предоставляет API для взаимодействия с БД, которая, в свою очередь, производит различные манипуляции с данными, полученными от мобильных приложений. Структура базы данных была спроектирована на основе анализа предметной области и UML-диаграммы вариантов использования системы телемедицины.

Серверное приложение выполняет сохранение, обновление, выдачу и удаление данных, которые передают пользователи с помощью мобильных приложений через сеть Интернет. Также, оно имеет защиту от неавторизованного доступа. Такой подход позволяет получать данные о пациентах только пользователям, прошедшим аутентификацию в соответствии со своими ролями и их правами доступа.

Приложение врача

Мобильное приложение врача предназначено для назначения лечения пациентам и осуществления контроля за состоянием пациента и ходом лечения. Приложение позволяет создавать учетные записи пациентов, назначать пациенту терапию с зарегистрированным аппаратом СИМПАТОКОР-01. Также приложение дает возможность следить за изменениями состояния и самочувствия пациента и осуществлять корректировку лечения.

Приложение пациента

Приложение пациента предназначено для прохождения лечения, назначенного врачом, дистанционно. Лечение аппаратом может производиться вне стен медицинского учреждения.

Приложение автоматически подключается к аппарату и выполняет процедуры с заданными заранее врачом характеристиками. После завершения процедуры приложение осуществляет отправку введенных пациентом данных о самочувствии в виде комментария и показателей артериального давления на сервер. Данное действие необходимо для осуществления обратной связи с врачом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы была разработана архитектура системы, которая реализует новый подход лечения. Архитектура состоит из четырех компонентов: аппарата СИМПАТОКОР - 01, приложения врача, приложения пациента и серверного компонента.

Разработанный подход решил ряд недостатков, которые существовали в реализации предшествующего подхода. Новый подход поддерживает основной функционал, которым обладают рассмотренные современные системы. А именно: дистанционный мониторинг и контроль лечения, хранение информации о проведенных терапиях, обратная связь с врачом в виде комментариев к процедуре с описанием самочувствия и показателям артериального давления.

Отличительной особенностью данной системы является возможность лечения с помощью аппарата СИМПАТОКОР-01 как в медицинских учреждениях, так и частично в домашних условиях.

Дальнейшим шагом в разработке системы является ее поддержка и расширение функционала. Также возможна интеграция с системами поддержки принятия решений [10].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ВОЗ | Что такое неврологические нарушения? [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.who.int/features/qa/55/ru/> (дата обращения: 29.09.2019).
2. Global, regional, and national burden of neurological disorders during 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015 / V.L. Feigin [и др.] // The Lancet. Neurology. – 2017. – Т. 16. – № 11. – С. 877-897.
3. 10 ведущих причин смерти в мире [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (дата обращения: 29.09.2019).
4. Lundy-Ekman L. Neuroscience - E-Book: Fundamentals for Rehabilitation. Neuroscience - E-Book / L. Lundy-Ekman Google-Books-ID: _eVOAQAQAQBAJ. – Elsevier Health Sciences, 2013. – 553 p.
5. Nelson J.T. Neuromodulation research and application in the U.S. Department of Defense / J.T. Nelson, V. Tepe // Brain Stimulation. – 2015. – Т. 8. – № 2. – С. 247-252.
6. Investigation of the neuro-electrostimulation mechanisms by means of the functional MRI: Case study / V. Kublanov [и др.] // 11th International Conference on Bio-Inspired Systems and Signal Processing, BIOSIGNALS 2018. – SciTePress, 2018. – С. 319-324.

7. Kublanov V.S. Principles of organization and control of multielectrode neuro-electrostimulation device / V.S. Kublanov, M.V. Babich // 2015 International Conference on Biomedical Engineering and Computational Technologies (SIBIRCON). – 2015. – С. 82-86.
8. Gill O. Using React Native for mobile software development [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.theseus.fi/handle/10024/143282> (дата обращения: 28.09.2019).
9. Phan C.T. Developing a hybrid mobile application with Ionic : Case: Kunkku application and SuperApp Oy [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.theseus.fi/handle/10024/145204> (дата обращения: 28.09.2019).
10. Dolganov A. Towards a decision support system for disorders of the cardiovascular system diagnosing and evaluation of the treatment efficiency / A. Dolganov, V. Kublanov // 11th International Conference on Health Informatics, HEALTHINF 2018. – SciTePress, 2018. – С. 727-733.